

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ТП.Ю.

Нарвойш П.Ю., студент гр.181073

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь

Парамонов А.И. – канд. техн. наук, доцент

Анализ электроэнцефалограмм (ЭЭГ) может состоять из таких этапов как предобработка полученного сигнала, выделение признаков, визуализация сигнала и его классификация [1]. В этап предобработки может входить изменение формата данных, понижение частоты дискретизации для экономии памяти и времени обработки сигнала, сегментация непрерывного сигнала ЭЭГ на определенные промежутки с ключевыми для анализа событиями, а также удаление шумов и артефактов. Этап выделения признаков нацелен на выявление отличительных свойств сигнала. Этап визуализации направлен на удобное и понятное для специалиста представление данных. Самыми распространенными методами визуализации ЭЭГ являются простой график, на котором оси – это время и напряжение, либо спектральные графики (спектрограммы). В большинстве случаев мониторинг ЭЭГ основан на ручном анализе, что занимает много времени, а также на точность результатов анализа может влиять человеческий фактор. Возможность проведения автоматического анализа ЭЭГ с применениями алгоритмов машинного обучения может существенно ускорить процесс и повысить точность классификации ЭЭГ. Для реализации обозначенной проблемы было предложено решение в виде программного средства, которое должно решать следующие задачи: чтение исходных данных ЭЭГ; представлять данные во временной и частотной областях; осуществлять разметку данных в виде областей интереса, как этап подготовки данных к созданию моделей машинного обучения; позволять создавать модели машинного обучения и, соответственно, использовать созданные модели машинного обучения для анализа ЭЭГ-данных.

В процессе подготовки спецификации требований и моделирования решения были рассмотрены существующие аналоги, такие как EDFbrowser, WinEEG и Нейрон-Спектр.NET [2–4]. На основе их анализа выявлены ключевые особенности и возможности этих решений, а также отмечены основные недостатки. В работе выполнено обоснование архитектурного решения проектируемого программного продукта, описаны разработанные модули и подготовлено руководство по эксплуатации.

Программное средство реализовано на языке программирования C# с использованием технологического стека от Microsoft – набора API-интерфейсов WPD и платформы для машинного обучения ML.NET [5]. Для разработки программного средства был выбран шаблон проектирования MVVM. В качестве хранилища данных используется СУБД PostgreSQL. Поскольку разрабатываемые в программе модели машинного обучения могут быть довольно весомыми, то для хранения файлов в виде больших объектов в PostgreSQL используется тип данных bytea.

Разработано программное средство, основной бизнес-функцией которого является анализ электроэнцефалограмм с применением методов машинного обучения. В качестве задачи для машинного обучения определена задача классификации изображений. Входные данные для классификатора – изображения спектрограмм, которые создаются пользователем в процессе работы с приложением. Для создания модели машинного обучения использовалась сверточная нейронная сеть с использованием метода трансферного обучения [6]. Использование приложения может быть полезно при проведении компьютерных экспериментов с моделями оценки результатов ЭЭГ, либо при соответствующей доработке при обучении персонала в качестве советующей системы поддержки принятия решения.

Список использованных источников:

1. Анализ ЭЭГ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cmi.to/analiz-eeg/> (дата обращения: 05.04.2025).
2. EDFbrowser [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rsload.net/soft/manager/38788-edfbrowser.html> (дата обращения: 05.04.2025).
3. WinEEG [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cmi.to/programmy/wineeg/> (дата обращения: 05.04.2025).
4. НЕЙРОН-СПЕКТР.NET. Программное обеспечение для электроэнцефалографов серии «Нейрон-Спектр» [Электронный ресурс]: файл / Нейрософт — Режим доступа: <https://neurosoft.com/files/catalog/catalog/90238/ru/brochure/Neuron-SpectrumNET-rus-to-read.pdf> (дата обращения: 05.04.2025).
5. Документация по платформе ML.NET [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://dotnet.microsoft.com/ru-ru/apps/ml-dotnet> (дата обращения: 05.04.2025).
6. Нарвойш, П. Ю. Применение методов машинного обучения при исследовании деятельности головного мозга методом ЭЭГ / П. Ю. Нарвойш, А. И. Парамонов // Прикладной искусственный интеллект: перспективы и риски: сборник докладов международной научной конференции, Санкт-Петербург, 17 октября 2024 года / Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2024. – С. 290–292.